

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 330 132 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(51) Int Cl.7: **H04N 13/00**

(21) Anmeldenummer: 02024856.3

(22) Anmeldetag: 08.11.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
70442 Stuttgart (DE)

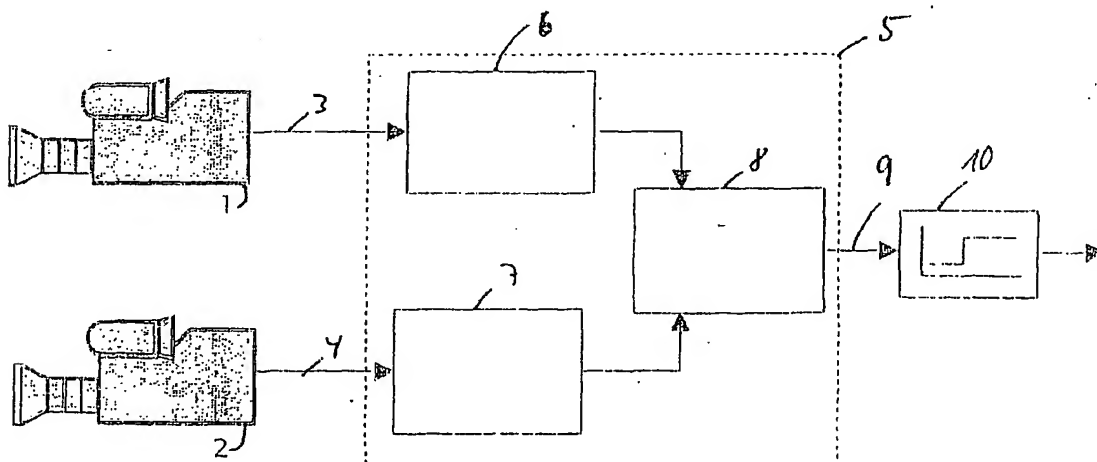
(72) Erfinder: **Franz, Matthias**  
72074 Tuebingen (DE)

(30) Priorität: 17.01.2002 DE 10201523

**(54) Verfahren und Vorrichtung zur Verdeckungsdetektion bei Bildsensorsystemen**

(57) Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verdeckungsdetektion bei Bildsensorsystemen vorgeschlagen, die aus wenigstens zwei Bildsensoren be-

stehen, die im Wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen. Unterscheiden sich wenigstens ein Bildmerkmal der jeweiligen Bilder unzulässig voneinander, wird ein die Verdeckung anzeigendes Signal erzeugt.



**Beschreibung****Stand der Technik**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verdeckungsdetektion bei Bildsensorsystemen, bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren.

[0002] Bildsensordaten, die aus wenigstens zwei Bildsensoren bestehen, welche im Wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen (sogenannte Stereokamerasysteme), werden zukünftig insbesondere im Kraftfahrzeugbereich eingesetzt, z.B. im Rahmen eines Fahrerassistenzsystems zur Objekterkennung. Da die aufgenommenen Bilder in nachfolgenden Systemen ausgewertet werden, muß das Bildsensordaten für eine sichere Funktion und für eine Sicherstellung der Qualität der Bilder sorgen, seine eigene Funktionsfähigkeit testen, bei auftretenden Fehlern reagieren und insbesondere nachfolgende, die Bilder auswertenden Systeme über das Auftreten und gegebenenfalls die Art des Fehlers informieren. Ein Fehlerzustand, welcher die Funktionsfähigkeit des Bildsensordaten bzw. die Qualität der gelieferten Bilder beeinträchtigen kann, ist die Verdeckung des Sichtbereichs einer der Bildsensoren durch Störobjekte. Derartige Fälle treten insbesondere im Kraftfahrzeugbereich auf, wenn beispielsweise bei Regen der Scheibenwischer kurzzeitig durch das Kamerabild läuft oder die Windschutzscheibe vor einer Kamera verschmutzt ist. Eine solche Verdeckung hat beispielsweise bei einer stereoskopischen Bestimmung von Abständen zu Objekten störende Einwirkungen.

**Vorteile der Erfindung**

[0003] Durch die Bildung eines die Verdeckung eines Bildsensors eines Bildsensordaten anzeigenden Signals bei unzulässigen Unterschieden in wenigstens einem charakteristischen Merkmal in den von den wenigstens zwei Bildsensoren aufgenommenen Bildern werden in vorteilhafter Weise Verdeckungen eines der Bildsensoren erkannt und gegebenenfalls an nachfolgende Systeme weitergemeldet.

[0004] In vorteilhafter Weise können daher diese geeignet auf eine solche Verdeckungsmeldung reagieren, beispielsweise indem sie bei einer stereoskopischen Bestimmung von Objektdistanzen die von den Verdeckungen betroffenen Bilder ausblenden und auf eine Objekterkennung verzichten.

[0005] In vorteilhafter Weise wird die Verdeckung durch Messung des Bildunterschiedes von wenigstens zwei Bildern eines Bildsensordaten bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren ermittelt. Bei der Messung des Bildunterschiedes wird dabei in vorteilhafter Weise die ohnehin bestehenden Unterschiede in Folge von unterschiedlichen Sehwinkeln der Bildsensoren zwischen den Bildern berücksichtigt. Somit wird insbesondere zur Messung des Bildunterschiedes ein sprunghafter Anstieg dieses Unterschiedes ausgewertet.

[0006] In vorteilhafter Weise wird dadurch das Bildsensordaten in die Lage versetzt, einen wichtigen Aspekt seiner Funktionsfähigkeit selbst zu überprüfen und bei Vorliegen eines Verdeckungsfehlers andere Systeme zu informieren.

[0007] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Messung des Bildunterschiedes direkt auf der Basis von Grauwerten des Bildes, etwa durch Bestimmung der Pixeldifferenzen oder durch Berechnung der Korrelation der Bilder oder anhand von Differenzen in sekundären Bildmerkmalen wie beispielsweise dem Histogramm der Grauwerte, erwiesen.

[0008] Vorteilhaft ist nicht nur die Anwendung der Verdeckungserkennung bzw. Verdeckungsmeldung bei Stereokamerasystemen in Kraftfahrzeugen, sondern in allen den Bildsensorkonfigurationen, bei denen zwei oder mehrere Bildsensoren die gleiche Szene abbilden, sowohl im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik als auch außerhalb davon.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

**Zeichnung**

[0010] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellte Ausführungsform näher erläutert. Die einzige Figur zeigt dabei ein Übersichtsbild eines Stereokamerasystems mit Auswerteeinheit, die zur Bildung eines die Verdeckung eines der Kameras anzeigenden Signals ausgestaltet ist.

**Beschreibung von Ausführungsbeispielen**

[0011] Figur 1 zeigt ein Übersichtsbild eines Stereokamerasystems mit einer ersten Kamera 1 und einer zweiten Kamera 2. Beide Kameras sind so angeordnet, dass sie dieselbe Szene abbilden, allerdings unter einem etwas unterschiedlichen Sichtwinkel. Somit ermitteln beide Kameras Bilder der beobachteten Szene, die sie über die Datenleitungen 3 und 4 an eine Auswerteeinheit 5 abgeben. Die Auswerteeinheit 5 besteht aus mehreren Modulen, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Programme eines Mikroprozessors oder mehrerer Mikroprozessoren ausgestaltet sind. Zur Verdeckungserkennung sind jeder Kamera zugeordnete Merkmalsbestimmungsmodule 6 bzw. 7 vorgesehen, welche aus dem jeweils zugelierten Bild wenigstens ein typisches Merkmal ermitteln. Ein Vergleichsmodul 8 vergleicht dieses wenigstens ein Merkmal der beiden Bilder. Bestehen unzulässige Abweichungen, ändert sich insbesondere der ohnehin bestehende Unterschied sprunghaft oder übersteigt die Abweichung eine vorgegebene Schwelle, wird ein Fehlersignal erzeugt, welches über die Datenleitung 9 an nachfolgende Systeme weitergegeben wird. In einem Ausführungsbeispiel ist ein Verzögerungselement 10 vorgesehen, wel-

ches ein Fehlersignal für andere Systeme erst dann erzeugt, wenn eine bestimmte Anzahl von Vergleichsoperationen unzulässige Unterschiede zwischen den beiden Bildern ermitteln oder dieses Ergebnis mit einer bestimmten Häufigkeit auftritt (bei Auswertung sprungförmiger Änderungen, wenn die Änderung eine bestimmte Zeit lang vorhanden bleibt).

[0012] Je nach Ausführungsbeispiel stehen als Bildmerkmale primäre oder sekundäre Bildmerkmale zur Verfügung. Ein Beispiel für ein primäres Bildmerkmal wäre der Vergleich von Grauwerten einzelner Pixel, wobei ein Fehler dann erkannt wird, wenn der Unterschied der Grauwerte in einem oder einer vorgegebenen Anzahl von Pixeln sprunghaft sich ändert, oder wenn der Unterschied einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Ferner kann der Bildunterschied durch Bestimmung der Korrelationsfunktion der Bilder ermittelt werden, wobei bei einer fehlenden Korrelation, d.h. einem entsprechenden Verlauf der Korrelationsfunktion, ein Verdeckungsfehler erkannt wird. Diese Situation wird anhand der Größe und/oder Form der Korrelationsfunktion bestimmt. Sekundäre Bildmerkmale sind insbesondere die Histogramme der Grauwerte der beiden Bilder, aus denen bei unzulässigen Unterschieden im Rahmen der Vergleichsoperation das Fehlersignal abgeleitet wird. Dabei wird z.B. eine sprungförmige Änderung des Schwerpunktes des Histogramm oder seiner Form oder die nachfolgend beschriebenen Merkmalsvektoren ausgewertet.

[0013] In der in der Figur dargestellten Ausführung wird die Bildunterschiedsmessung über eine Extraktion von Bildmerkmalen realisiert. Diese Bildmerkmale sind entweder die Histogramme der Grauwerte des jeweiligen Bildes oder auch eine Liste detektierter Objekte. Die gewonnenen Merkmalsvektoren (Liste der Objekte, Liste der Grauerhäufigkeit, etc.) werden dann im Vergleichsmodul miteinander verglichen und durch ein Unterschiedsmaß charakterisiert. Dieses Unterschiedsmaß ist im einfachsten Fall ein Abstandsmaß zwischen den beiden Merkmalsvektoren oder das Skalarprodukt der beiden Vektoren. Überschreitet dieses Unterschiedsmaß beider Bilder- oder Merkmalsvektoren einen vorgegebenen Schwellenwert, der die Bildunterschiede durch die unterschiedlichen Sehwinkel der Bildsensoren berücksichtigt, wird eine Verdeckung erkannt. Diese Erkennung wird mittels des erzeugten Signals zusammen mit den Bildern in geeigneter Weise an die nachfolgenden Systeme weitergemeldet.

[0014] Eine typische Situation, bei welcher die Verdeckung erkannt wird, ist die Verdeckung einer der beiden Kameras mit einem hinreichend großen Gegenstand. In diesem Fall signalisiert das Bildsensoren-System bzw. bei Einbeziehung des Bildsensoren-Systems in ein Gesamtsystem einen entsprechenden Fehler.

[0015] Die beschriebene Vorgehensweise ist nicht auf die Anwendung von Bildsensoren-Systemen, die aus zwei Bildsensoren bestehen, im Kraftfahrzeug eingeschränkt. Vielmehr läßt sich die beschriebene Vorge-

hensweise mit den entsprechenden Merkmalen aus außerhalb der Kraftfahrzeugtechnik einsetzen, ferner bei Systemen mit mehr als zwei Kameras, bei denen die Vergleiche der Bilder der einzelnen Kameras untereinander erfolgt. Voraussetzung ist lediglich, dass die verwendeten Bildsensoren dieselbe Szene aufnehmen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Verdeckungsdetektion bei Bildsensoren-Systemen, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im Wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein die Verdeckung eines Bildsensors anzeigendes Signal erzeugt wird, wenn die von den Bildsensoren erzeugten Bilder in wenigstens einem Merkmal unzulässig voneinander abweichen.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zu vergleichende Bildmerkmal das Histogramm der Grauwerte des jeweiligen Bildes ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bildmerkmal eine Liste von erkannten Objekten ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bildmerkmal die Grauwerte einzelner Pixel des Bildes ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildunterschiede aus den Grauwerten des Bildes durch Bestimmung von Pixeldifferenzen oder durch Bestimmung der Korrelation der Bilder ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildmerkmale als Merkmalsvektoren dargestellt werden, die miteinander verglichen werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den ermittelten Bildmerkmalen ein Unterschiedsmaß der beiden Bilder ermittelt wird und dieses Unterschiedsmaß mit einer vorgegebenen Schwelle verglichen wird, wobei bei Überschreiten der Schwelle eine Verdeckung erkannt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein unzulässiger Unterschied in wenigstens einem Bildmerkmal erkannt wird, wenn sich ein bestehender Unterschied sprungförmig ändert.
9. Vorrichtung zur Detektion von Verdeckungen in

Bildsensordaten mit wenigstens zwei Bildsensoren, die im Wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, mit einer Auswerteeinheit, die die von den Bildsensoren erzeugten Bilder auswertet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit Mittel 5 aufweist, welche ein Signal erzeugen, wenn wenigstens ein Merkmal der Bilder der Bildsensoren unzulässig voneinander abweicht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bildsensordaten ein Stereokamerasystem im Kraftfahrzeug ist. 10

15

20

25

30

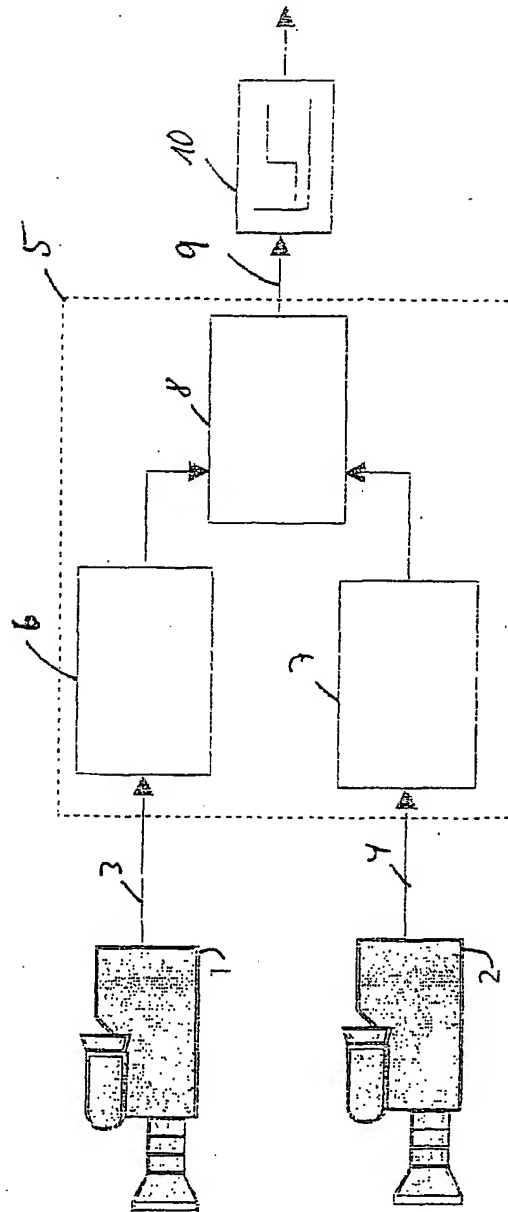
35

40

45

50

55





## State of the art

[ 0001 ] The invention concerns a procedure and a device for covering detection with image sensor systems, consisting of at least two image sensors.

[ 0002 ] Image sensor systems, which consist of at least two image sensors, which essentially take up the same scene (so-called Stereokamerasysteme), become in the future in particular used in the motor vehicle range, e.g. in the context of a Fahrerassistenzsystems the object recognition. Since the taken up pictures in following systems are evaluated, the image sensor system must provide for a safe function and for a sicherstellung of the quality of the pictures, test its own operability, react in the case of arising errors and inform following in particular, the pictures of evaluating systems if necessary about the occurrence and the kind of the error. An error condition, which can impair the operability of the image sensor system and/or the quality of the supplied pictures, is covering the range of vision of one of the image sensors by breakdown objects. Such cases arise in particular within the motor vehicle range, if for example with rains of the windshield wipers briefly by the camera picture runs or the windshield before a camera is dirty. Such covering has for example with a stereoskopischen regulation from distances to objects disturbing effects. Advantages of the invention

[ 0003 ] By the formation covering an image sensor of an image sensor system of indicating signal with inadmissible differences in at least a characteristic characteristic in of that at least two image sensors taken up pictures in favourable way covering one of the image sensors are recognized and to following systems passed on if necessary.

[ 0004 ] In favourable way therefore these can react suitably to such a covering message, for example by fading out with a stereoskopischen regulation of object distances the pictures concerned by the covering and without an object recognition doing.

[ 0005 ] In favourable way covering is determined by measurement of the picture difference by at least two pictures of an image sensor system consisting of at least two image sensors. During the measurement of the picture difference thereby in favourable way the differences in consequence, existing anyway, by different visual angles of the image sensors between the pictures one considers. Thus for the measurement of the picture difference a precipitous rise of this difference is evaluated in particular.

[ 0006 ] In favourable way thereby the image sensor system is shifted into the situation to examine and inform when being present a covering error other systems an important aspect of its operability.

[ 0007 ] When particularly favourably has itself a measurement of the picture difference directly on the basis of grey tones of the picture, approximately by determination of the pixel differences or by computation of the correlation of the pictures or on the basis differences in secondary picture characteristics as for example the histogram of the grey tones, proven.

[ 0008 ] The application of the covering recognition and/or covering message is not only favourable with Stereokamerasystemen in motor vehicles, but in all the image sensor configurations, with which two or several image sensors illustrate the same scene, both within the range of automotive technology and outside of it.

[ 0009 ] Further advantages result from the following description of remark examples and/or from the dependent patent claims. Design [ 0010 ] The invention is more near described below on the basis the execution form represented in the design. The only figure shows thereby a summary screen of a Stereokamerasystems with evaluation unit, which is out-arranged for the education of a signal indicating covering one of the cameras. Description of remark examples

[ 0011 ] Figure 1 shows a summary screen of a Stereokamerasystems with a first camera 1 and a second camera 2. Both cameras are in such a way arranged that they illustrate the same scene, however under a somewhat different viewing angle. Thus both cameras determine pictures of the observed scene, which they deliver over the data lines 3 and 4 to an evaluation unit 5. The evaluation unit 5 consists of several modules, which are out-arranged in the preferential remark example as programs of a microprocessor or several microprocessors. For covering recognition each camera is assigned determination of features modules 6 and/or. 7 intended, which determine a typical characteristic from the picture supplied in each case at least. A comparison module 8 compares this at least characteristic of the two pictures. If inadmissible deviations exist, in particular the difference existing anyway changes precipitously or ueberteigt the deviation a given threshold, an error signal is produced, which over the data line 9 to following systems one passes on. In a remark example a delay element 10 is intended, which produces an error signal for other systems only then if inadmissible differences between the two pictures determine a certain number of comparison operations or this result with a certain frequency arises (during evaluation of sprungfoermiger changes, if the change remains long available a certain time).

[ 0012 ] Depending upon remark example primary or secondary picture characteristics are available as picture characteristics. An example of a primary picture characteristic would be the comparison of grey tones of individual pixels, whereby an error is recognized if the difference of the grey tones in one or a given number of pixels changes precipitously, or if the difference exceeds a given threshold value. Furthermore the picture difference can be determined by determination of the correlation function of the pictures, whereby with a missing correlation, i.e. an appropriate process of the correlation function, a covering error is recognized. This situation is determined on the basis the size and/or form of the correlation function. Secondary picture characteristics are in particular the histograms of the grey tones of the two pictures, from which with inadmissible differences in the context of comparison operation the error signal is derived. E.g. a sprungfoermige change of the emphasis histogram or its form or those in the following described characteristic vectors is evaluated.

[ 0013 ] In the execution represented in the figure the picture difference measurement is realized over an extraction by picture characteristics. These picture characteristics are either the histograms of the grey tones of the respective picture or also a list of detected objects. The won characteristic vectors (list of the objects, list of the grey tone frequency, etc..) in the comparison module are then compared with one another and characterized by a difference measure. This difference measure is in the simplest case a spacer measure between the two characteristic vectors or the dot product of the two vectors. If this difference measure of both picture or characteristic vectors exceeds a given threshold value, which considers the picture differences by different visual angles of the image sensors, a covering is recognized. This recognition is passed on by means of the produced signal as well as the pictures in an appropriate way to the following systems.

[ 0014 ] A typical situation, with which covering is recognized, is covering one of the two cameras with a sufficiently large article. In this case the image sensor system signals and/or during inclusion of the image sensor system into an overall system an appropriate error.

[ 0015 ] The described proceeding is not reduced to the use of image sensor systems, which consist of two image sensors, in the motor vehicle. Rather the described proceeding with the appropriate characteristics can be begun out outside of automotive technology, furthermore in systems with more than two cameras, with which the comparisons of the pictures of the



individual cameras among themselves takes place. A condition is only that the used image sensors take up the same scene.

1. Procedure for covering detection with image sensor systems, whereby at least two image sensors are intended, which essentially take up the same scene, by the fact characterized that covering an image sensor indicating signal is produced, if the pictures in at least one characteristic, produced by the image sensors, deviate inadmissibly from each other.
2. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that the picture characteristic which can be compared is the histogram of the grey tones of the respective picture.
3. Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that the picture characteristic is a list of recognized objects.
4. Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that the picture characteristic is the grey tones of individual pixels of the picture.
5. Procedure according to requirement 4, by the fact characterized that the picture differences from the grey tones of the picture are determined by regulation by pixel differences or by determination of the correlation of the pictures.
6. Procedure after one of the requirements 2 or 3, by the fact characterized that the picture characteristics are represented as characteristic vectors, which are compared with one another.
7. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that from the determined picture characteristics a difference measure of the two pictures is determined and this difference measure with a given threshold is compared, whereby with exceeding of the threshold a covering is recognized.
8. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that an inadmissible difference in at least one picture characteristic is recognized, if an existing difference changes sprungfoermig.
9. Device for detection by covering in image sensor systems by at least two image sensors, which essentially take up the same scene, by an evaluation unit, which evaluates the pictures produced by the image sensors, by it characterized that the evaluation unit exhibits means, which a signal it produces, if at least one characteristic of the pictures of the image sensors deviates inadmissibly from each other.
10. Device according to requirement 9, by the fact characterized that the image sensor system is a Stereokamerasystem in the motor vehicle.

